

О. С. Петухова, Е. Д. Гуркина, П. А. Овчарова

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт
(Национальный исследовательский университет)», г. Москва

faculty1@mail.ru

Научный руководитель — доц., канд. техн. наук Т. Г. Ягудин

ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛИЗАЦИИ АЛМАЗОВ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ И ПРОЧНОСТЬ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩЕГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА (АКМ)

В работе показано влияние металлических тугоплавких покрытий высокопрочных алмазов на формирование переходной зоны «алмаз-покрытие-материал матрицы», структуру и физико-механические свойства композита алмаз — WC—Co—Cu.

Ключевые слова: металлизация, тугоплавкое покрытие, синтетические алмазы, материал матрицы, предел прочности на сжатие.

O. S. Petuhova, E. D. Gurkina, P. A. Ovcharova

INFLUENCE OF METALIZATION OF DIAMONDS ON STRUCTURAL FORMATION AND STRENGTH OF DIAMOND-CONTAINING COMPOSITE MATERIAL

The influence of metal refractory coatings of high-tensile diamonds on the formation of the transition zone “diamond-coating-matrix material”, the structure and physical-mechanical properties of the diamond composite WC—Co—Cu is shown.

Key words: refractory coating, metallization, synthetic diamonds, matrix material, compressive strength.

Высокую энергию связи с алмазной поверхностью дают металлы, химически взаимодействующие с углеродом. В этом смысле особую роль играют переходные элементы, которые образуют в таких системах на границе карбидную прослойку, имеющую металлический четко выраженный характер взаимодействия межатомной связи и свойств. Работа адгезии таких металлов к поверхности алмаза велика и достигает 2000—3000 мДж/м² [1, 2].

Переходные металлы, такие как Ti, Cr, V, W и др., при их добавлении значительно повышают адгезионную активность матрицы на ее

границе с алмазом. Это связано с тем, что эти металлы образуют с углеродом стойкие соединения — карбиды. Весьма высокую адгезионную активность проявляет титан. Малая его присадка в медно-оловянный сплав в количестве 5–20 % приводит к резкому снижению значений краевого угла смачивания до 20–30° и возрастанию работы адгезии до 2000 мДж/м². При введении в медь хрома в количестве более 0,1 % наблюдалось смачивание образующимися бинарными сплавами алмазной пластины. Продуктом взаимодействия при этом является карбидная фаза, формирующаяся на границе алмаза с металлом или сплавом и растущая в сторону жидкого расплава от контактной поверхности.

Для повышения рабочих характеристик алмазного инструмента, в частности его износостойкости, в настоящее время применяют алмазное сырье с нанесенным на него слоем адгезионно активного металла [3].

В данной работе исследовалось влияние металлических покрытий высокопрочных алмазов на формирование структуры зоны «алмаз-материал матрицы» и прочностные характеристики оснащенных ими алмазных инструментов на связке из сплава марки ВК, изготовленных методом пропитки. Для увеличения адгезии к поверхности и прочности связи алмаз-покрытие Ti, Cr, W, Ni использовали различные методы нанесения покрытий, сопровождающиеся поверхностной реакционной диффузией с образованием сложных интерметаллидных фаз.

Была выявлена следующая закономерность: в зоне контакта алмаза появляются устойчивые карбиды. Они, в свою очередь, переходят в твердый раствор углерода в элементе покрытия. Карбиды, которые широко используются при изготовлении инструмента на основе алмазосодержащего композитного материала (АКМ), хорошо смачиваются всеми связками на медной основе, что позволяет производить их инфильтрацию без приложения внешнего давления.

При измерении статической прочности было выявлено, что у алмазов, на которые были нанесены металлические покрытия, статическая прочность находится на уровне или превышает этот показатель у чистых алмазов на 7–9 %. На рис. 1 показан вид излома образца АКМ с металлизированными алмазами. На изломе наблюдается прочное закрепление покрытых алмазов в матрице. Структура алмазного композита однородна, монолитна, и матрица плотно прилегает к алмазному зерну.

Изучая структуру переходной зоны (рис. 2), можно выделить несколько основных зон. Первая — алмаз. После разрушения на поверхности алмаза спеченного образца дискретно расположены светлые зоны образовавшихся участков карбида металла покрытия. Вторая ос-

новая зона толщиной 2–4 мкм имеет беспористый вид, что определяет качественное диффузионное взаимодействие.

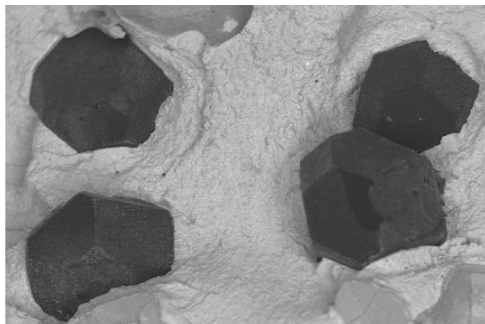


Рис. 1. Излом композита, содержащего алмазы, покрытые Ti

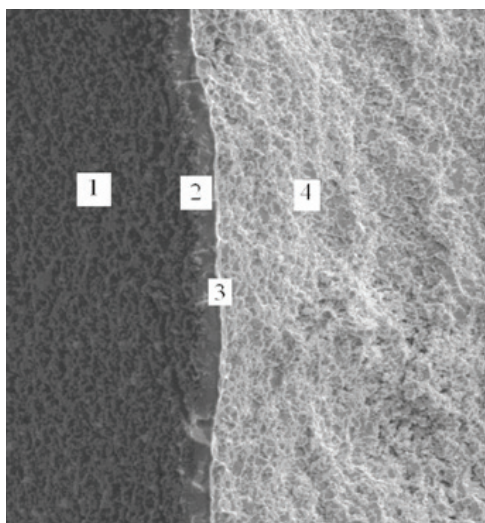


Рис. 2. Характерный вид структуры переходной зоны «алмаз-покрытие-материал матрицы»

В результате диффузионного взаимодействия на границе покрытие — связка образуется прослойка интерметаллидов меди с материалом покрытия, которые распределены как по границе покрытия, так и в межзеренном пространстве и структурных каналах между частицами WC.

Нанесение металлических покрытий на алмазы и образующаяся при этом структура позволяют обеспечить закрепление алмазов в связке.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Механическое легирование порошков для связок алмазосодержащих композиционных материалов / С.Д. Шляпин [и др.] // Известия ВУЗов, «Цветная металлургия». 2003. № 4. С. 71–75.
- 2 Факторы, влияющие на свойства и работоспособность инструмента из алмазосодержащих композиционных материалов (АКМ) на металлической связке / Ю.С. Авраамов [и др.] // Межвузовский сборник научных трудов «Образование, наука и производство». М. : МГИУ, 2001. Т. 1. С. 253–259.
- 3 Абызов А. М., Кидалов С. В., Шахов Ф. М. Термическое сопротивление границы раздела фаз композита алмаз — медь с высокой теплопроводностью // Физика твердого тела. СПб. : ГТИ, ФГИ им. Иоффе РАН, 2012. Т. 54, вып. 1. С. 196–200.